

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 10 月 7 日 (07.10.2004)

PCT

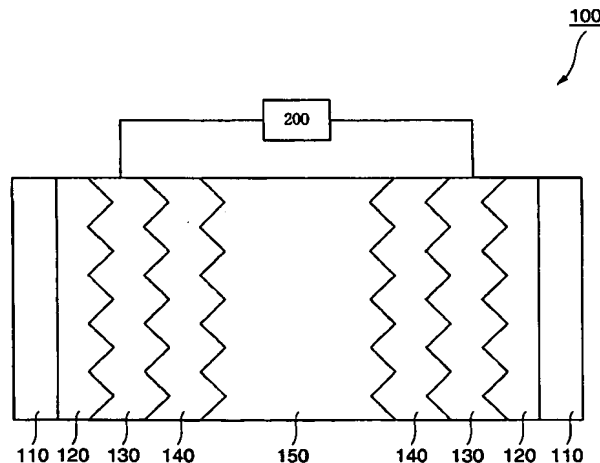
(10) 国際公開番号
WO 2004/086389 A1

- (51) 国際特許分類: G11B 7/135, G02F 1/13, 1/505
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/003100
- (22) 国際出願日: 2004 年 3 月 10 日 (10.03.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-087676 2003 年 3 月 27 日 (27.03.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 農工大ティー・エル・オー株式会社 (TOKYO UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND TECHNOLOGY TLO CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒1848588 東京都小金井市中町2-24-16 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 高木 康博 (TAKAKI, Yasuhiro) [JP/JP]; 〒1848588 東京都小金井市中町2-24-16東京農工大学工学部内 Tokyo (JP). 西原 英一郎 (NISHIHARA, Ei-ichiro) [JP/JP]; 〒1848588 東京都小金井市中町2-24-16農工大ティー・エル・オー株式会社内 Tokyo (JP). 橋本 信幸 (HASHIMOTO, Nobuyuki) [JP/JP]; 〒3598511 埼玉県所沢市下富840 シチズン時計株式会社技術研究所内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 稲葉 良幸, 外 (INABA, Yoshiyuki et al.); 〒1066123 東京都港区六本木6-10-1 六本木ヒルズ森タワー23階TMI総合法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

[続葉有]

(54) Title: WAVEFRONT ABERRATION CORRECTING DEVICE AND OPTICAL PICKUP EQUIPPED WITH THE SAME

(54) 発明の名称: 波面収差補正装置及びこれを備えた光ピックアップ装置



(57) Abstract: A wavefront aberration correcting device having a liquid crystal element which has an irreducible maximum light transmittance and minimizes the variation of the light transmittance even when the liquid crystal is voltage-driven. The device for correcting the wavefront aberration caused in the light path of an optical system for projecting light onto a recording medium or guiding light reflected by the recording medium. The device is characterized in that the device includes a pair of transparent electrode layers facing to each other in the optical path and a liquid crystal placed between the electrodes so as to shift the phase of passing light by applying a voltage to the transparent electrode layers, and in that the transparent electrode layers are disposed on a reflection preventer having a base and a micro structure provided on the base and having irregularities.

(57) 要約: 透過率を最大とし、また液晶を電圧駆動させても光透過率の変動を最小にする液晶素子からなる波面収差補正装置を提供することを目的とする。記録媒体に光を照射する、あるいは前記記録媒体によって反射された反射光を導く光学系の光路中において生じた光の波面収差を補正する波面収差補正装置であって、前記光路中に互いに対向する一対の透明電極層を有し、前記透明電極層間

[続葉有]



DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

波面収差補正装置及びこれを備えた光ピックアップ装置

5 技術分野

本発明は、光ディスクからの記録情報を読み書きするための光ピックアップ装置に係り、より詳細には、液晶を利用した波面収差補正装置及び該波面収差補正装置を備える光ピックアップ装置に関する。

10 背景技術

光学的な情報記録又は情報再生のための情報記録媒体として、CD (compact disc) やDVD (digital versatile disc) 等の光ディスクが知られている。この光ディスクには、再生専用の光ディスク、情報を追記録することが可能な追記型光ディスク、情報の消去及び再記録が可能な書き換え型光ディスク

15 等、種々の光ディスクが開発されている。

これに対し、かかる光ディスクの高密度化、大容量化に対応するため、高性能な光ピックアップ装置や情報記録再生装置の研究開発が進められている（たとえば、非特許文献1参照）。前述の光ディスクの高密度化に対応するために、光ピックアップ装置に備えられている対物レンズの開口数 (numerical aperture: 以下「NA」という。) を大きくすることにより、照射径の小さな光ビームを光ディスクに照射することが考えられている。また、短波長の光ビーム、特に青色半導体レーザによる光ビームを用いることで、高密度化に対応することが検討されている。

ところが、対物レンズのNAを大きくしたり、短波長の光ビームを用いると、
25 光ディスクによる光ビームへの収差の影響が大きくなり、情報記録及び情報再生の精度を向上させることが困難になるという問題が生じる。

具体的には、情報記録又は情報再生の際に光ディスクが傾いて、光ディスクの法線方向に対する光の入射角度（いわゆる、チルト角）が傾いた場合、コマ収差の影響が大きくなる。また、収差は光ディスクの基板厚によっても変化するが、DVDよりもCDの方が、そのディスク厚が厚い場合、DVDを再生するための光ピックアップ装置を用いてCDを再生すると、球面収差が発生し、光のスポット径が大きく広がってしまう問題も生じる。

一方、近年のDVD等の高密度の光ディスクにおいて、光学系の収差補正素子として液晶素子が注目されている。これはレーザ光源と対物レンズを備えた光ピックアップの光路中に液晶素子を挿入し、光ディスク基板が傾くことに起因するコマ収差や、多層ディスク基板を読む際に発生する球面収差による光の位相乱れ、すなわち、光の波面の乱れを補正しようとするものである。これは、液晶に印加する電圧を変化させることにより位相を制御する方法である。

かかる液晶素子としては、図1に示すように、インジウムとスズの酸化物であるITO（以下、単に「ITO」という。）層と配向膜層とが順次積層された一対の透明ガラス基体が対面しており、当該配向膜との間に液晶層を備え、少なくとも一方の透明基板上の配向膜層とITO層の間には絶縁膜が形成された単色光あるいはレーザ光の位相を変調する液晶素子であって、該液晶素子の光透過率変動を最小化させるために、各層の膜厚とその屈折率との関係を最適化させた液晶素子が開示されている（たとえば、特許文献1参照）。

また、光源から記録媒体を経て光検出器に至る光路上に配置される1/4波長板の影響を受けることなく、光学系に生じる波面収差を適正に補正する液晶素子が開示されている（たとえば、特許文献2参照）。特許文献2記載の液晶素子では、曲線形状を有する液晶の基板を用いる技術が開示されているが、かかる曲線形状では光透過率の向上には寄与するものとはいえない。

【非特許文献1】 日本機械学会誌 2001.4 Vol. 104 No. 989

【特許文献1】 特開2002-208158号

【特許文献2】 特開2002-251774号

発明の開示

しかしながら、図1に示す液晶素子では、(1) 多層薄膜構造を有し、また液
5 晶駆動により薄膜の構成要素である液晶層の実効屈折率が変化する。その結果、
光透過率が変動する問題がある。これは、多層膜の各膜間の境界面で反射が存在
するため全体として共振器特性をもつためである。特に、高い屈折率をもつITO
膜との境界面での反射が大きく、光透過率変動の主要因であると推測される。

また、図1に例示する液晶素子では、該素子を構成する透明電極膜や配向膜の
10 屈折率と膜厚を最適化することで光透過率変動を抑制した。しかしながら、
(2) 青色波長領域(約400nm付近)で最適な膜厚が赤色波長領域(約650nm
付近)に比べて厚くなってしまい、その結果吸収損失が増大する問題が生
じる。

特に、光ピックアップ装置のように、レーザパワーの限られたレーザ光学系用
15 の光学素子では、光透過率は光ピックアップ装置の実用化に対しては重要な要素
である。今後、高密度記録用に開発が望まれている青色半導体レーザを光源に用
いた場合には、液晶素子の光透過率変動に係る問題は実用化への大きな障壁とな
り、光源の短波長化への進展とともに、かかる問題は一層顕在化する可能性が高
い。

20 そのため、位相変調素子としての液晶素子において高い透過率と、光透過率の
変動を低減させることが要望されている。

そこで、本発明では、上記(1)及び(2)の問題点に鑑み、高い透過率と、
光透過率の変動を最小にする液晶素子からなる波面収差補正装置を提供すること
を第一の目的とする。

25 また、本発明では、前記波面収差補正装置を備えた光ピックアップ装置を提供
することを第二の目的とする。

上記の第一の目的は、記録媒体に光を照射する、あるいは前記記録媒体によって反射された反射光を導く光学系の光路中において生じた光の波面収差を補正する波面収差補正装置であって、前記光路中に互いに対向する一対の透明電極層を有し、前記透明電極層間に挟まれ、前記透明電極層への電圧の印加により通過する光に対して位相変化を生じさせる液晶を備え、前記透明電極層の少なくとも一方は、基体と該基体上に形成された、凹凸部を有するように構成された微細構造体と、を備える反射防止体の上に配されることを特徴とする波面収差補正装置により達成される。

本発明の好ましい態様によれば、前記波面収差補正装置において、前記凹凸部は一次元及び/又は二次元形状で形成されていることを特徴とする。

本発明の好ましい態様によれば、前記波面収差補正装置において、前記凹凸部が周期的に変化する構造である場合、凹凸部のピッチ幅が500nm以下であることを特徴とする。

本発明の好ましい態様によれば、前記波面収差補正装置において、前記反射防止体は、前記基体及び前記微細構造体がともにガラス又は樹脂からなり、前記基体及び前記微細構造体が一体として形成されていることを特徴とする。

本発明の好ましい態様によれば、前記波面収差補正装置において、前記反射防止体は、前記基体がガラスから構成され、前記微細構造体が樹脂から構成されることを特徴とする。

本発明の好ましい態様によれば、前記波面収差補正装置において、前記反射防止体は、前記基体が樹脂から構成され、前記微細構造体がガラスから構成されることを特徴とする。

本発明の好ましい態様によれば、前記波面収差補正装置において、前記透明電極層と前記液晶との間に配向膜をさらに備えることを特徴とする。

本発明の好ましい態様によれば、前記波面収差補正装置において、前記透明電極層はインジウムとスズの酸化物であるITOから構成されることを特徴とする。

本発明の好ましい態様によれば、前記波面収差補正装置において、前記透明電極層は画素分割されたことを特徴とする。

本発明の好ましい態様によれば、前記波面収差補正装置において、前記光は青色半導体レーザビームであることを特徴とする。

- 5 上記の第二の目的は、記録媒体に照射する光を出射する光源と、前記光源からの光を記録媒体の情報記録面に集光させる、前記光源と前記記録媒体との間に配設された対物レンズと、を備える光ピックアップ装置であって、前記光源と前記対物レンズとの間に配設された波面収差補正装置であって、前記光ピックアップ内の光路中に互いに対向する一対の透明電極層と、前記透明電極層への電圧の印
- 10 加により通過する光に対して位相変化を生じさせる、前記透明電極膜間に挟まれた液晶を有する波面収差補正装置を備え、前記透明電極層の少なくとも一方は、基体と、該基体上に形成された、凹凸部を有するように構成された微細構造体と、を備える反射防止体の上に配されることを特徴とする光ピックアップ装置により達成される。

- 15 本発明の好ましい態様によれば、前記光ピックアップ装置において、前記凹凸部は一次元及び/又は二次元形状で形成されていることを特徴とする。

本発明の好ましい態様によれば、前記光ピックアップ装置において、前記凹凸部が周期的に変化する構造である場合、凹凸部のピッチ幅が500nm以下であることを特徴とする。

- 20 本発明の好ましい態様によれば、前記光ピックアップ装置において、前記反射防止体は、前記基体及び前記微細構造体がともにガラス又は樹脂からなり、前記基体及び前記微細構造体が一体として形成されていることを特徴とする。

- 本発明の好ましい態様によれば、前記光ピックアップ装置において、前記反射防止体は、前記基体がガラスから構成され、前記微細構造体が樹脂から構成され
- 25 ることを特徴とする。

本発明の好ましい態様によれば、前記光ピックアップ装置において、前記反射

防止体は、前記基体が樹脂から構成され、前記微細構造体がガラスから構成されることを特徴とする。

本発明の好ましい態様によれば、前記光ピックアップ装置において、前記透明電極層と前記液晶との間に配向膜をさらに備えることを特徴とする。

- 5 本発明の好ましい態様によれば、前記光ピックアップ装置において、前記透明電極層はインジウムとスズの酸化物であるITOから構成されることを特徴とする。

本発明の好ましい態様によれば、前記光ピックアップ装置において、前記透明電極層は画素分割されたことを特徴とする。

- 10 本発明の好ましい態様によれば、前記光ピックアップ装置において、前記光は青色半導体レーザービームであることを特徴とする。

なお、本願で用いる用語「微細構造体」とは、ナノメートル（10億分の1メートル）レベルの微細な構造をその表面に有する構造体を意味するが、必ずしも該ナノメートルレベルに限定されるものではなく、1 μ mレベルの微細な構造を有す

- 15 る構造体をも包含するものである。

図面の簡単な説明

図1は、従来技術による、位相変調素子としての液晶素子を簡単に説明する図である。

- 20 図2は、本発明による波面収差補正装置を簡単に説明する断面模式図である。

図3は、本発明に係る微細構造体の形状の一つの実施態様の斜視模式図である。

図4は、本発明に係る微細構造体の形状の他の実施態様の斜視模式図である。

図5は、本発明に利用される、画素分割された透明電極の一つの実施態様の概略模式図である。

- 25 図6は、本発明による反射防止体の一つの製造方法を説明する工程の断面図である。

図 7 は、本発明による反射防止体の別の製造方法を説明する工程の断面図である。なお、図 5 中の矢印は、ドーズ量が制御された電子ビームの照射を示す。

図 8 は、本発明による反射防止体のさらに別の製造方法を説明する工程の断面図である。

5 図 9 は、本発明に係る波面収差補正装置を備えた光ピックアップ装置の光学系の一つの実施態様の構成を説明する図である。

図 10 は、本発明による微細構造体を有する反射防止体を備える液晶素子において、微細構造体の表面が周期的凹凸部を有する場合、前記周期的凹凸部位のピッチ幅を変化させた場合における、前記液晶素子の光透過率のシミュレーション
10 結果を示す図である。なお、光の波長は 400 nm としてシミュレーションを行った。

図 11 は、本発明による微細構造体を有する反射防止体を備える液晶素子において、微細構造体の表面が周期的凹凸部を有する場合、前記周期的凹凸部位の深さを変化させた場合における、前記液晶素子の光透過率のシミュレーション結果
15 を示す図である。なお、光の波長は 400 nm としてシミュレーションを行った。

図 12 は、本発明に係る反射防止体を備える液晶素子と、該反射防止体を備えない液晶素子との比較における、光透過率の波長依存性のシミュレーション結果を示す図である。

図 13 は、本発明に係る反射防止体を備える液晶素子において、前記反射防止
20 体表面の周期的凹凸部を有する場合、前記周期的凹凸部位のピッチ幅を変化させた場合における、前記液晶素子の光透過率のシミュレーション結果を示す図である。なお、光の波長は 650 nm としてシミュレーションを行った。

図 14 は、本発明に係る反射防止体を備える液晶素子において、前記反射防止
体表面の周期的凹凸部を有する場合、前記周期的凹凸部位のピッチ幅を変化させ
25 た場合における、前記液晶素子の光透過率のシミュレーション結果を示す図である。なお、光の波長は 780 nm としてシミュレーションを行った。

図 1 5 は、印加電圧によって液晶層の位相を変化させた場合における、本発明に係る反射防止体を備えた液晶素子全体の光透過率（TM）のシミュレーション結果を示す図である。

図 1 6 は、印加電圧によって液晶層の位相を変化させた場合における、本発明
5 に係る反射防止体を備えた液晶素子全体の光透過率（TE）のシミュレーション結果を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明に係る、液晶を利用した波面収差補正装置及び該波面収差補正装
10 置を備える光ピックアップ装置の実施の態様について説明する。なお、以下に説明する実施の態様は、本発明の好適な具体例であり、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲は、特に本発明を限定する旨の記載が無い限り、これらの態様に限定されないものとする。

図 2 は、本発明による波面収差補正装置 1 0 0 の構成を模式的に示す断面図で
15 ある。図示のように、本発明による波面収差補正装置 1 0 0 は、一対の基体 1 1 0 によって液晶分子を封止したものである。本発明において、基体の材質は、後述する微細構造体 1 2 0 の材質と同じであっても、異なってもよい。基体の材質の具体例としては、これらに限定されるものではないが、ガラスや透明な樹脂であることが好ましい。具体的な樹脂としては、ポリメチルメタクリレートやポリカーボネート等を挙げることができる。
20

各基体 1 1 0 の対向面には、液晶駆動装置 2 0 0 によって液晶 1 5 0 に電圧を印加するための透明電極膜 1 3 0 が配設されている。さらに、各電極膜 1 3 0 の内側に配向膜 1 4 0 が形成されている。本発明にて利用される透明電極膜 1 3 0 の具体例としては、酸化亜鉛系透明導電膜、酸化インジウム－酸化亜鉛系透明導
25 電膜、スズ添加酸化インジウム透明導電膜等が挙げられる。光透過性に鑑みれば、インジウムとスズの酸化物である I T O（以下、単に「I T O」という。）層で

あることが好ましい。

なお、本発明に利用される液晶分子は、電圧の印加によりその配向を変化させて、通過する光に対して位相変化を生じさせる電気光学的効果を有するものであれば特に限定されないが、液晶が基板に対してほぼ平行若しくは垂直に並んだホ

5 モジューニクス型液晶あるいはホメオトロピック型液晶が好ましい。

本発明に係る波面収差補正装置 100 では、前記 ITO 膜 130 が、一次元的及び/又は二次元的凹凸部をその表面に有する微細構造体 120 上に配される。

図 3 は、本発明に係る微細構造体 120 の形状の一つの実施態様の斜視模式図である。この微細構造体 120 は、図 3 に示すように、基体 110 上に形成され
10 ており、該基体 110 と微細構造体 120 とから反射防止体 180 が形成される。図 3 では、基体 110 と微細構造体 120 とが別々の図示されているが、基体 110 と微細構造体 120 とが同質材料の場合、一体的に反射防止体 180 を構成する。図 3 に例示する微細構造体 120 の形状は一次元状に周期的に形成されているが、この一次元形状を構成する凹凸部は必ずしも周期的に形成されている必
15 要はない。

図 4 は、本発明による他の実施態様である形状を有する微細構造体の斜視模式図である。図 4 に例示する微細構造体 120 の形状は、二次元状に周期的に形成されているが、図 3 の説明と同様に、この二次元形状を構成する凹凸部は必ずしも周期的に形成されている必要はない。

20 さらに、本発明に係る微細構造体の形状は、図 3 に例示された一次元の凹凸形状と、図 4 に例示された二次元の凹凸形状との組み合わせた形状であっても、本発明の目的を達成することは可能である。

なお、本願で用いる用語「一次元」とは、表面の凹凸部の形状が一方向に向かって変化している次元をいい、一方、本願で用いる用語「二次元」とは、表面の
25 凹凸部の形状が二方向に向かって変化している次元をいう。

ITO 膜 130 が、スパッタリング法や電子ビーム蒸着等により前記凹凸部上

に成膜されることにより、ITO膜130自体も、前記凹凸部の形状に適合する形状を有する。そのため、後述するように光の反射防止による光透過率を向上させることが可能となる。なお、透明電極膜130は、その膜自体の透明性が良好であることが必要である点に鑑み、10～50nm程度の膜厚に形成されること

5 が好ましい。

図5は、本発明に利用される、画素分割された透明電極膜の一つの実施態様の概略模式図である。図5に示すように、透明電極は同心円状で、かつ、放射状に分割されており、各分割電極膜に異なるレベルの電圧を印加することにより、液晶に印加する電圧分布を得ることが可能になる。なお、図5中の黒色部分がITO

10 O膜130を表示している。

ところで、境界面を介して屈折率が異なる屈折率の媒質が積層されていると、その境界面で屈折率が急激に変化するために、該境界面において光の反射が生じる。一方、屈折率の異なる2種類の媒質が凹凸部の形状を有する境界面を介して積層されていると、その遷移領域で実効的に屈折率が連続的に変化する効果をも

15 つ。ただし、屈折率が連続的に緩やかに変化する現象が、凹凸部の周期が光の波長に比べて小さいときに起こる現象である。そして、本現象を利用して、本発明に係る反射防止体による反射防止効果を奏することが可能となる。

特に、後述するシミュレーションの結果から、本発明に係る微細構造体120の表面の凹凸のピッチ幅（図2のピッチ幅参照）は、配向膜やITO膜の屈折率

20 や光の波長との関係にも依存するが、当該凹凸部が周期的に変化する構造を有する場合には、500nm以下であることが好ましく、より好ましくは350nm以下であり、さらに好ましくは250nm以下である。

本発明に係る微細構造体の材質は、これらに限定されるものではないが、光透過率の観点から、ガラスや透明な樹脂であることが好ましい。

25 次に、本発明に係る、基体110と微細構造体120とからなる反射防止体180の代表的な製造方法について説明するが、本発明に係る反射防止体180の

製造方法は、これらの方法に限定されるものではない。

図6は、本発明に係る微細構造体を備える反射防止体の一つの製造方法を説明する工程の断面図である。図6に図示する製造方法は、リソグラフィプロセスの繰り返しによる微細構造体の製造方法である。

- 5 具体的には、図6（a）に示すように、ガラス基体430上にレジスト膜420を予め塗布し、事前に作製した第一の所定のパターンを有するマスク410を介して露光・現像し、前記ガラス基体上に第一のレジストパターンに対応したパターンを形成させる（図6（b）参照）。しかる後、図6（c）に図示するように、イオンビームによるガラスのエッチングにより、ガラス基体上に第一のパ
- 10 ターンを形成させる。次に、ガラス基体上の全面にレジスト450を形成する（図6（d）参照）。そして、前記第一のパターンとは異なる第二のパターンを有するマスク440を通じて露光・現像を行うことにより、図6（e）に示すレジストパターン460をガラス基体430上に形成させる。次いで、イオンビームを用いてガラス基体をエッチングする。以上の工程を必要に応じた回数を繰り返す
- 15 ことにより、図6（f）に示すように、表面に凹凸部を備える微細構造体を有する反射防止体480が製造される。

図7は、本発明に係る微細構造体を備える反射防止体の別の製造方法を説明する工程の断面図である。図7に示す製造方法は、低 γ レジストの使用と電子ビーム描画によるドーズ量の制御との組み合わせに基づく製造方法である。

- 20 具体的には、図7（a）に示すように、ガラス基体500上に低 γ レジスト510を形成する。次いで、ドーズ量が制御された電子ビームを前記レジスト部へ端から順次描画する（図7（b）～図7（e）参照）。なお、図7中の矢印は、前述のドーズ量が制御された電子ビームの照射を示す。その後、現像を行い、所定のパターンのレジスト膜をガラス基体上に形成する（図7（f）参照）。しか
- 25 る後にエッチングを行うことにより、図7（g）に図示するように、表面に凹凸部を有する微細構造体を備えた反射防止体580が製造できる。

図 6 及び図 7 にて説明した製造方法により、基体と微細構造体とが一体型である反射防止体 480、500 が製造される。さらに、図 6 及び図 7 に例示した製造方法により製造された微細構造体の下部に、樹脂からなる板状体を貼付することにより、基体が樹脂から構成され、微細構造体がガラスから構成される反射防止体を製造できる。

図 8 は、本発明に係る微細構造体を備える反射防止体のさらに別の製造方法を説明する工程の断面図である。図 8 に図示する製造方法は、電鍍により作製された、表面に所定の凹凸形状部を有するスタンプの樹脂への転写による製造方法である。

- 10 具体的には、図 8 (a) に示すように、微細なパターンを有する基板表面に導電化処理を施した型 600 を、ニッケル電鍍し (図 8 (b) の符号 610 参照)、前記基板から前記型 600 を剥離若しくは溶解させて、表面に凹凸形状のあるスタンプ 630 を得る (図 8 (c) 参照)。そして、図 8 (d) に示すように、透明樹脂 640 に対して前記スタンプ 630 を押圧することにより、前記スタンプ
- 15 630 がその表面に有する形状を前記樹脂 640 に転写させ、表面に凹凸部を備えた反射防止体 680 が製造される。なお、前記スタンプを転写させる際に、前記樹脂を加熱させることにより、より容易且つ迅速に転写が進行する。

このように転写された樹脂 640 の下部にガラス基体を貼付させて、ガラス基体と樹脂とから構成される反射防止体を製造することも可能である。

- 20 前述の製造方法により、本発明に係る微細構造体を製造することが可能となり、該微細構造体の表面の凹凸部の形状及びサイズは、具体的には、凹凸部のピッチ幅は、前述のマスクのパターンや電子ビームスポット径の制御、さらにはスタンプの精度により、任意のサイズに製造可能である。具体的には、光反射防止という観点から、本発明に係る微細構造体の表面の凹凸の周期構造のピッチ幅が、前
- 25 示したように、記録媒体の情報再生に利用される光の波長よりも小さいことが好ましい。

図9は、本発明に係る波面収差補正装置100を備えた光ピックアップ装置700の光学系の一つの実施態様の構成の概略説明図である。光源710としてのレーザ光源710と対物レンズ740との間の光路には、コリメータレンズ720と、ビームスピリッタ730と、液晶駆動装置200により制御可能な、本発明に係る波面収差補正装置100とが、光軸OAに沿って順に設けられている。

なお、本発明に利用されるレーザ光源は、波長780nmの近赤外域レーザや波長650nmの赤色レーザから、波長400nm付近の青色レーザが利用される。特に、本発明に係る波面収差補正装置は、赤色レーザと比較して発光効率が低い青色レーザとの組み合わせにおいて、その光の利用効率を最大限に活用することが可能となる。

光ピックアップ装置700内のレーザ光源710から照射された光ビームは、コリメータレンズ720、ビームスピリッタ730、波面収差補正装置100を経て、対物レンズ740に至る。そして、前記光ビームは前記対物レンズ740により集光され、光ディスク750の情報記録面に焦点を結ぶ。

光源710から出射された光ビームは光ディスク750で反射され、その反射された復路の光ビームを前記ビームスピリッタ730で分離し、集光レンズ760で集光して、光検出器770に像を結び、受光する。そして、光検出器770は光ディスク750の基板の傾きや、光ディスク750の厚みが変化したりして光波面収差が発生した場合、液晶駆動装置200から収差補正信号780を波面収差補正装置100へ送り、波面収差補正装置100の液晶分子の配向状態を制御して、逐次収差補正を行う。

(実施例)

以下の説明では、本発明に係る微細構造体を有する反射防止体を備える液晶素子の光反射特性のシミュレーションの結果を示す。しかしながら、本発明の技術的範囲は、以下のシミュレーションにより何等制限されるものではない。

以下のシミュレーションで用いる、本発明に係る反射防止体を備える液晶素子

は、特に断りがない限り、基体（コーニング#1737、三菱化学（株）製紫外線硬化メタクリル樹脂：屈折率1.52）、ITO層（屈折率2.0、膜厚30 nm）、配向膜（屈折率1.75、膜厚30 nm）、液晶層（ $N_e = 1.85$ ）の順に構成される。ここで、本発明に係る反射防止体とは、基体と、前記基体上に
5 形成された凹凸部をその表面に有するように構成された微細構造体と、を備えるものをいう。

シミュレーションにおける計算条件は、前記基体表面の周期的凹凸部のピッチ幅を10～350 nmとし、周期的凹凸部の深さを前記ピッチ幅の0.75倍とした。ここで、周期的凹凸部のピッチ幅とは、図2に示されたピッチ幅を指し、
10 周期的凹凸部の深さとは、凸部の頂部と凹部の底部との距離を指す。また、光の波長を400 nmであると仮定して、シミュレーションを実行した。

図10は、周期的凹凸部のピッチ幅を変化させた場合における、本発明に係る反射防止体を備える液晶素子の光透過率のシミュレーション結果を示す図である。ここで、TEとは transverse electronics の略であり、TMとは transverse
15 magnetism の略で、入射する光の偏光状態を表している。図10に示す結果から、TMの値は、ピッチ幅が220 nm以上で減少し始め、ピッチ幅が350 nmにおける光透過率の値は、ピッチ幅が200 nmでのそれよりも約1割減少した。周期的凹凸部のピッチ幅が250 nm以上の領域では回折現象による光透過率の減少が確認された。

20 次に、周期的凹凸部のピッチ幅を200 nmとし、周期的凹凸部の深さを5～300 nmと変化させた以外は、前述と同条件でシミュレーションを行った。図11は、周期的凹凸部の深さを変化させた場合における、本発明に係る反射防止体を備える液晶素子の光透過率のシミュレーション結果を示す図である。図11の結果から明らかなように、本発明に係る反射防止体を利用した液晶素子では、前
25 記反射防止体を構成する微細構造体の表面の周期的凹凸部の深さが100 nm以上では、光透過率はほとんど変化せず、ほぼ一定の光透過率が得られるシミュレ

ーション結果であった。

図12は、本発明に係る反射防止体を備える液晶素子と、該反射防止体を備えない液晶素子との比較における、光透過率の波長依存性のシミュレーション結果を示す図である。なお、反射防止体の表面の周期的凹凸部のピッチ幅は200nmと、その深さは150nmと設定し、前記ピッチ幅及び深さ以外のシミュレーション条件は、図10に例示したシミュレーションと同条件である。また、波長依存性を検討するにあたり、光ディスク等に利用される半導体レーザの発振波長は、操作時の環境温度により変動することに鑑み、青色半導体レーザの中心波長400nmの前後数nmでのシミュレーションを実行した。さらに、図12中の「構造なし」とは、表面に周期的凹凸部を有する反射防止体を備えない液晶素子の光透過率のシミュレーション結果を示す。

図12に示す結果から明らかなように、本発明に係る反射防止体を備える液晶素子では、TE及びTMの光の偏光状態において、通常の動作時における青色半導体レーザの発振波長の領域にわたり、高い光透過率を有するシミュレーション結果が得られた。図12中の「構造なし」の場合には、垂直に光が反射するために、TEとTMの区別をせずに光透過率のシミュレーション結果を示した。

続いて、CDやCD-R等の光ディスクで用いられる650nmの光に対して、反射防止体のピッチ幅に対する、本発明に係る反射防止体を備える液晶素子の光透過率に関するシミュレーションを行い、その結果を図13に示す。なお、図13に示すシミュレーション条件は、反射防止体の表面の周期的凹凸部のピッチ幅を5～800nmとし、周期的凹凸部の深さを前記ピッチ幅の0.75倍とした。

図14は、図13に示すシミュレーション条件と同じ条件で、光の波長を780nmとした場合のシミュレーション結果を示す。

図13に示す結果から、TE及びTMの双方の値は、ピッチ幅が約370nm以下の場合に高い光透過率が得られた。また、図14に示す結果から、TE及びTMの双方の値は、ピッチ幅が約500nm以下の場合に、高い光透過率が得ら

れることが判明した。

図10に示す結果と、図13及び図14に示す結果とを対比すると、高い光透過率を得るための周期的凹凸部のピッチ幅は、利用する光の波長に依存して変化することが判明した。そして、液晶素子の光透過率は、基体、透明電極、配向膜
5 及び液晶の屈折率によっても変化するため、本発明に係る反射防止体を備える液晶素子において高い光透過率を達成するためには、少なくとも反射防止体表面の周期的凹凸部のピッチ幅が500nm以下であることが必要である。

さらに、本発明に係る反射防止体上に透明電極であるITO膜を配したものを2枚用意し、その間に液晶層($N_e = 1.85$)を挟み込んだ液晶素子全体を想定し、後述する印加電圧に対する該素子全体の光透過率のシミュレーションを行
10 った。

以下のシミュレーションは、本発明に係る反射防止体表面の周期的凹凸部を200nmとし、その深さを150nmとする条件にて実行した。

図15は、印加電圧によって液晶層の位相差が変化させた場合における、前述
15 の液晶素子全体の光透過率(TM)のシミュレーション結果を示す図である。なお、図15及び後述する図16における液晶位相差とは、印加電圧によって液晶層の屈折率が変わるために生じる位相変化である。

図15に示す結果から、印加電圧によって液晶素子中の液晶層の屈折率が変化しても、素子全体の光透過率の変動率は、TMの偏光状態で0.1%以下である
20 ことが、シミュレーション結果から得られた。

図16は、印加電圧によって液晶層の位相差が変化させた場合における、前述の液晶素子全体の光透過率(TE)のシミュレーション結果を示す図である。図16に示す結果から明らかなように、印加電圧を変化させても素子全体の光透過率の変動率は、0.01%以下であることが、シミュレーション結果から得られ
25 た。

以上の結果より、本発明に係る反射防止体の上に、透明電極を配した構造を採

- 17 -

用する波面収差補正装置は、印加電圧に対する光透過率の変動が極めて小さくなることがシミュレーションにより示された。これは、光透過率変動の原因である共振器構造におけるミラーの役割を果たす、透明電極であるITO膜の反射率を低減できたことに基づき、該共振器としての機能が減殺されたためである。

- 5 液晶をITO膜で挟んだ構造は、液晶表示装置でも利用されている。そのため、本発明に係る波面収差補正装置は、レーザ波面制御素子としての応用にとどまらず、液晶表示装置、特に反射型カラー液晶表示装置への応用も可能である。また、前述のように共振器としての特性が喪失するため、当然、波長による透過率に変動が少なくなるため、色バランスの設計が容易になり、色再現性の良好な表示装置を提供することができる。

産業上の利用可能性

- 本発明によれば、2枚の基体に挟まれた液晶分子から構成される液晶素子を備える波面収差補正装置において、前記基体上に微細構造体を有する反射防止体を
15 設け、かつ該反射防止体上に透明電極を配することで、前記装置内での光反射を効率的に防止するため、波面収差補正装置全体の光透過率の向上が実現される。そして、波面収差補正に伴う波面収差補正装置の光透過率の変動を最小に抑えることが可能となる。また、本発明による反射防止体を備える波面収差補正装置は、光ディスクの傾きや基板厚の変化に起因する収差を補正するだけでなく、対物レ
20 ンズ等の光学系そのものが有する収差を補正することも可能である。

さらに、本発明による波面収差補正装置を備える光ピックアップ装置は、特に、短波長の光を出射する青色半導体レーザと組み合わせた場合には、前記波面収差補正装置の光透過率が高いため、光の利用効率の高い光ピックアップ装置を提供することができる。

請求の範囲

1. 記録媒体に光を照射する、あるいは前記記録媒体によって反射された反射光を導く光学系の光路中において生じた光の波面収差を補正する波面収差補正装

5 置であって、

前記光路中に互いに対向する一对の透明電極層を有し、前記透明電極層間に挟まれ、前記透明電極層への電圧の印加により通過する光に対して位相変化を生じさせる液晶を備え、

前記透明電極層の少なくとも一方は、

10 基体と

該基体上に形成された、凹凸部を有するように構成された微細構造体と、を備える反射防止体の上に配されることを特徴とする波面収差補正装置。

2. 前記凹凸部は一次元及び/又は二次元形状で形成されていることを特徴とする、請求項1記載の波面収差補正装置。

15 3. 前記凹凸部が周期的に変化する構造である場合、凹凸部のピッチ幅が500nm以下であることを特徴とする、請求項1又は2記載の波面収差補正装置。

4. 前記反射防止体は、前記基体及び前記微細構造体がともにガラス又は樹脂からなり、前記基体及び前記微細構造体が一体として形成されていることを特徴とする、請求項1乃至3のうち何れか一項に記載の波面収差補正装置。

20 5. 前記反射防止体は、前記基体がガラスから構成され、前記微細構造体が樹脂から構成されることを特徴とする、請求項1乃至4のうち何れか一項に記載の波面収差補正装置。

6. 前記反射防止体は、前記基体が樹脂から構成され、前記微細構造体がガラスから構成されることを特徴とする、請求項1乃至5のうち何れか一項に記載
25 の波面収差補正装置。

7. 前記透明電極層と前記液晶との間に配向膜をさらに備えることを特徴と

する、請求項 1 乃至 6 のうち何れか一項に記載の波面収差補正装置。

8. 前記透明電極層はインジウムとスズの酸化物である ITO から構成されることを特徴とする、請求項 1 乃至 7 のうち何れか一項に記載の波面収差補正装置。

5 9. 前記透明電極層は画素分割されたことを特徴とする、請求項 1 乃至 8 のうち何れか一項に記載の波面収差補正装置。

10. 前記光は青色半導体レーザビームであることを特徴とする、請求項 1 乃至 9 のうち何れか一項に記載の波面収差補正装置。

11. 記録媒体に照射する光を出射する光源と、前記光源からの光を記録媒
10 体の情報記録面に集光させる、前記光源と前記記録媒体との間に配設された対物
レンズと、を備える光ピックアップ装置であって、

前記光源と前記対物レンズとの間に配設された波面収差補正装置であって、前
記光ピックアップ内の光路中に互いに対向する一対の透明電極層と、前記透明電
極層への電圧の印加により通過する光に対して位相変化を生じさせる、前記透明
15 電極膜間に挟まれた液晶を有する波面収差補正装置を備え、

前記透明電極層の少なくとも一方は、基体と、該基体上に形成された、凹凸部
を有するように構成された微細構造体と、を備える反射防止体の上に配されるこ
とを特徴とする光ピックアップ装置。

12. 前記凹凸部は一次元及び/又は二次元形状で形成されていることを特
20 徴とする、請求項 11 記載の光ピックアップ装置。

13. 前記凹凸部が周期的に変化する構造である場合、凹凸部のピッチ幅が
500nm 以下であることを特徴とする、請求項 11 又は 12 記載の光ピックア
ップ装置。

14. 前記反射防止体は、前記基体及び前記微細構造体がともにガラス又は
25 樹脂からなり、前記基体及び前記微細構造体が一体として形成されていることを
特徴とする、請求項 11 乃至 13 のうち何れか一項に記載の光ピックアップ装置。

15. 前記反射防止体は、前記基体がガラスから構成され、前記微細構造体が樹脂から構成されることを特徴とする、請求項11乃至14のうち何れか一項に記載の光ピックアップ装置。

16. 前記反射防止体は、前記基体が樹脂から構成され、前記微細構造体が
5 ガラスから構成されることを特徴とする、請求項11乃至15のうち何れか一項に記載の光ピックアップ装置。

17. 前記透明電極層と前記液晶との間に配向膜をさらに備えることを特徴とする、請求項11乃至16のうち何れか一項に記載の光ピックアップ装置。

18. 前記透明電極層はインジウムとスズの酸化物であるITOから構成さ
10 れることを特徴とする、請求項11乃至17のうち何れか一項に記載の光ピックアップ装置。

19. 前記透明電極層は画素分割されたことを特徴とする、請求項11乃至18のうち何れか一項に記載の波面収差補正装置。

20. 前記光は青色半導体レーザービームであることを特徴とする、請求項1
15 1乃至19のうち何れか一項に記載の光ピックアップ装置。

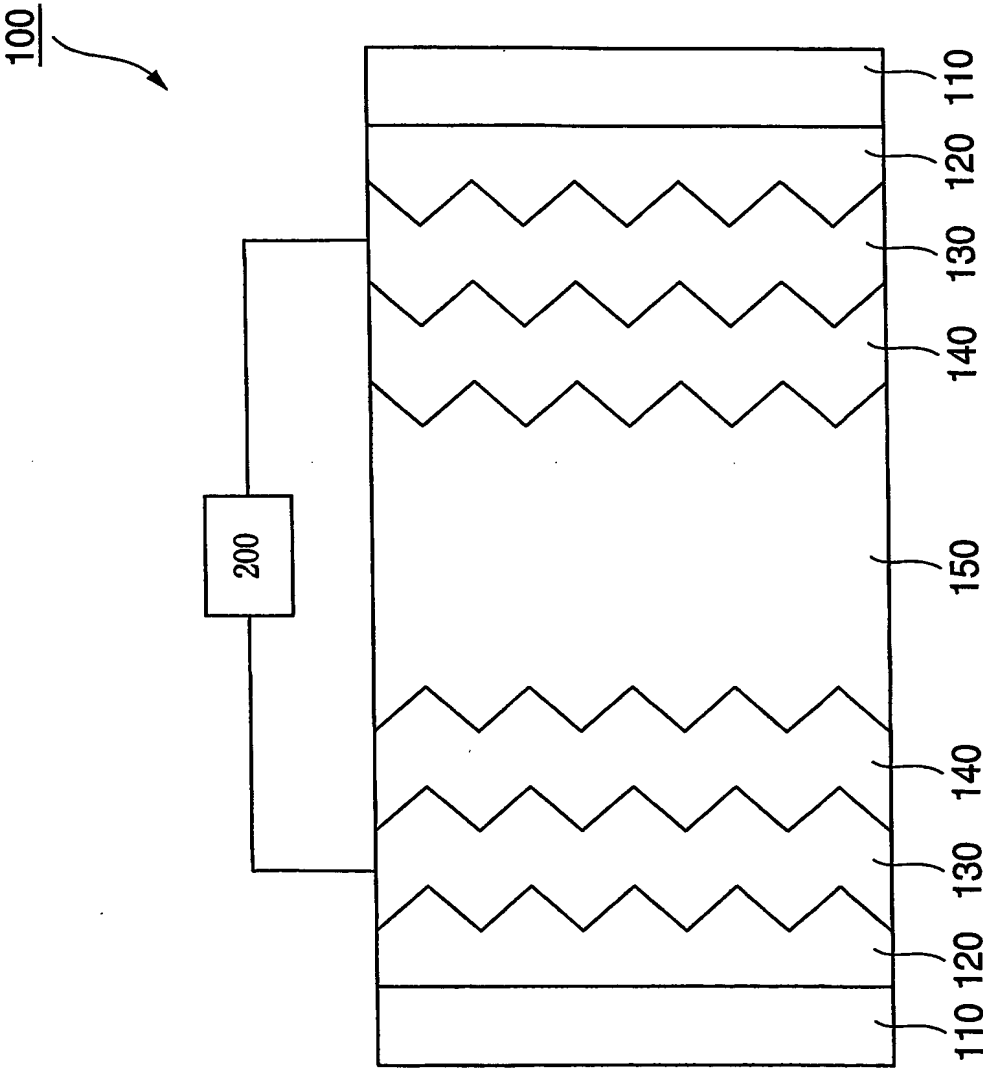
1/16

図1

ガラス基体
ITO（透明電極膜）
絶縁膜
配向膜
液晶層
配向膜
ITO（透明電極膜）
ガラス基体

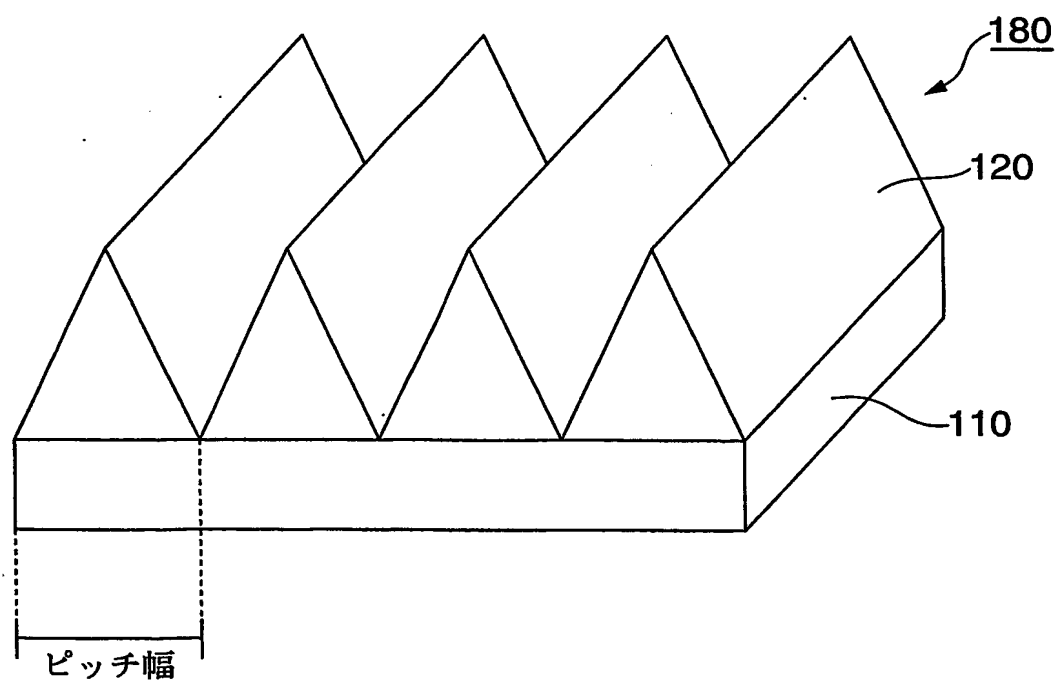
(従来技術)

図2



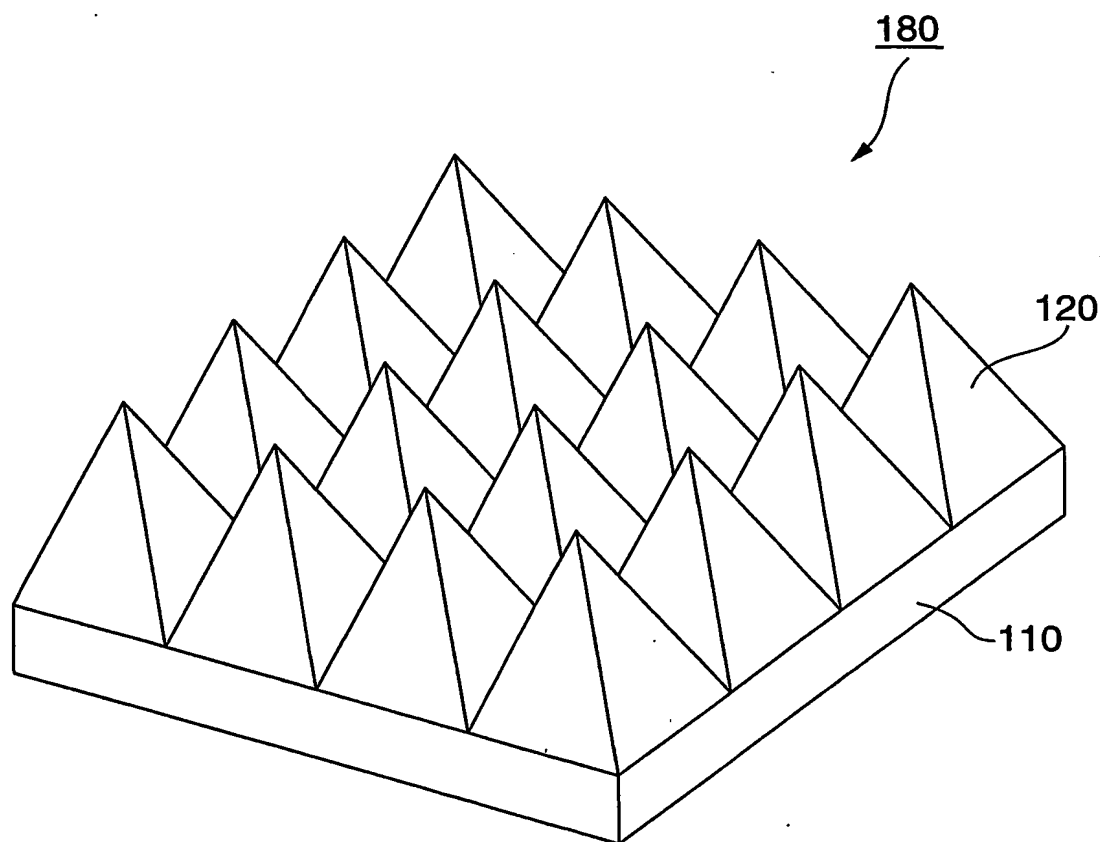
3/16

図3



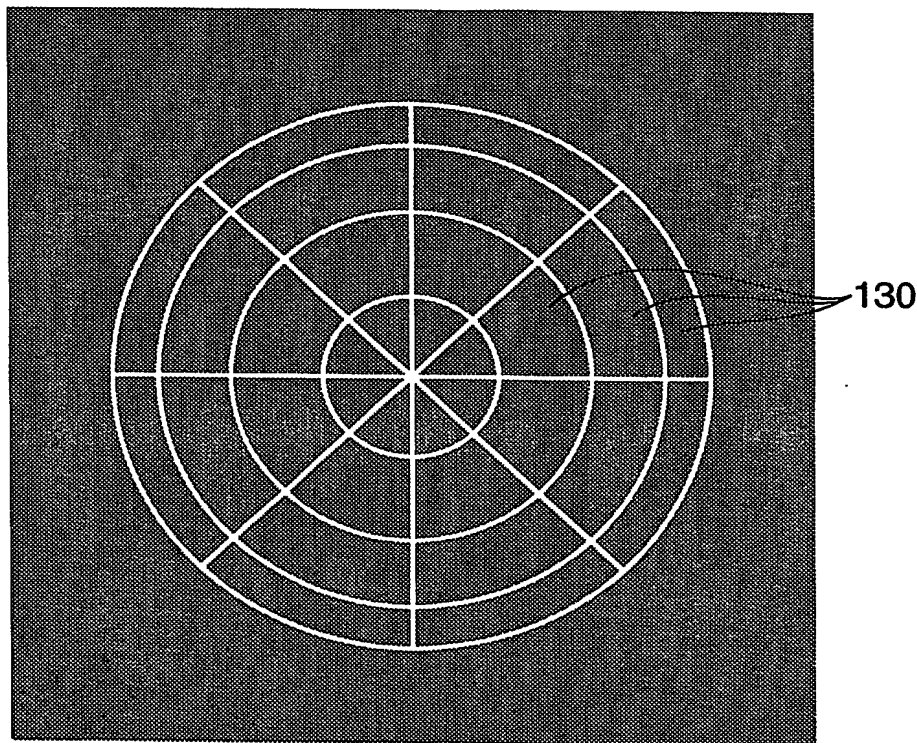
4/16

図4



5/16

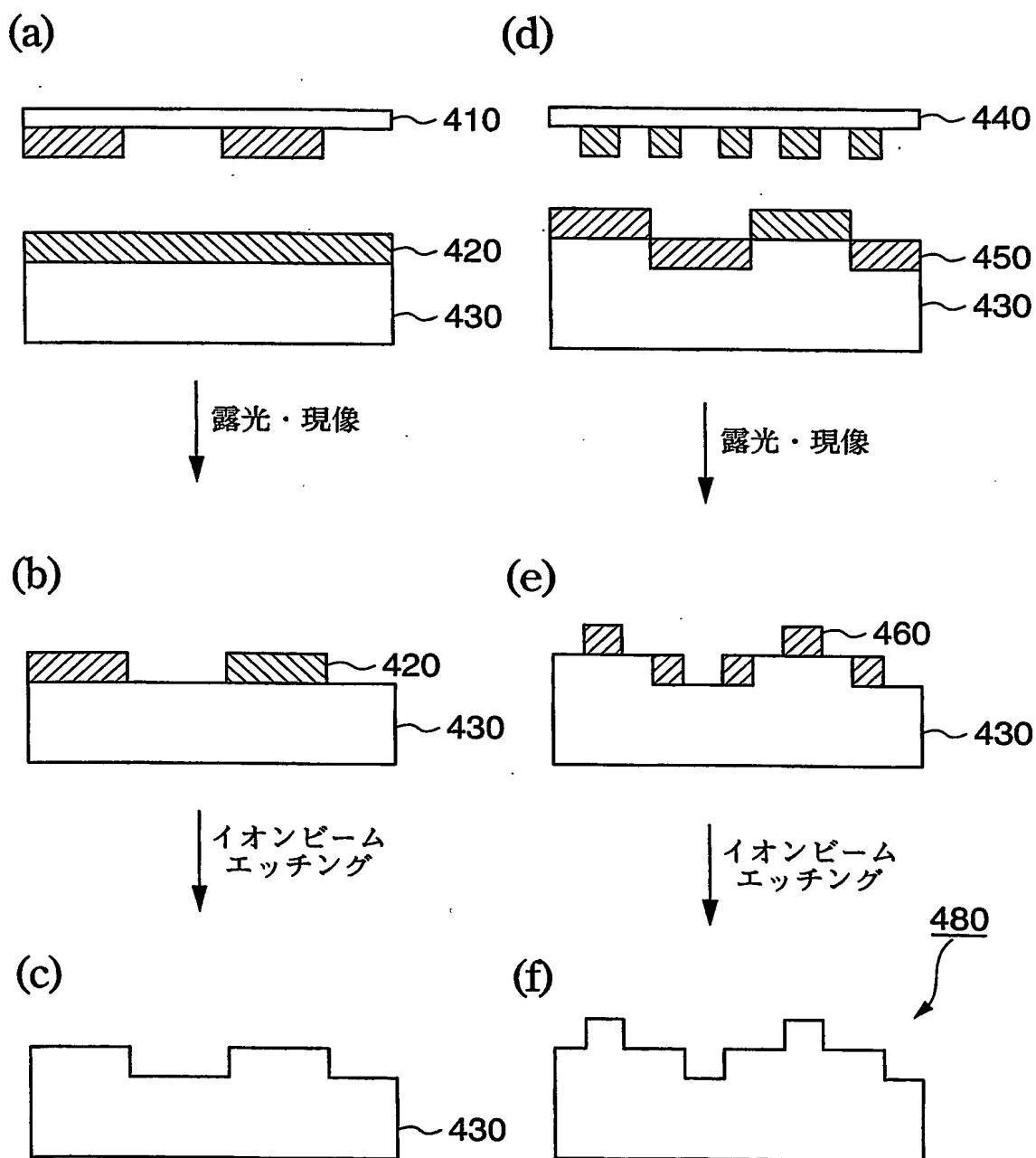
図5



BEST AVAILABLE COPY

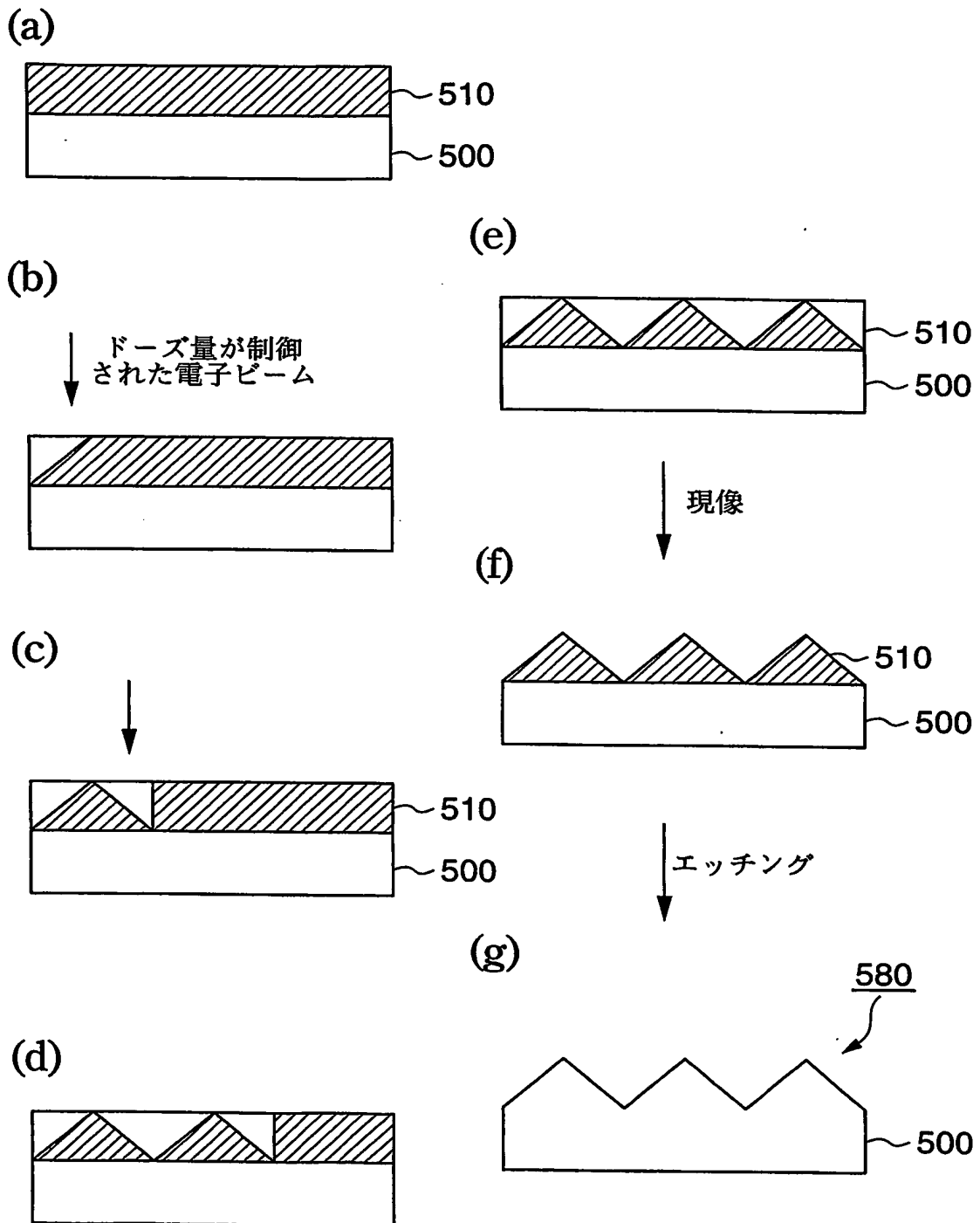
6/16

図6



7/16

図7



8/16

図8

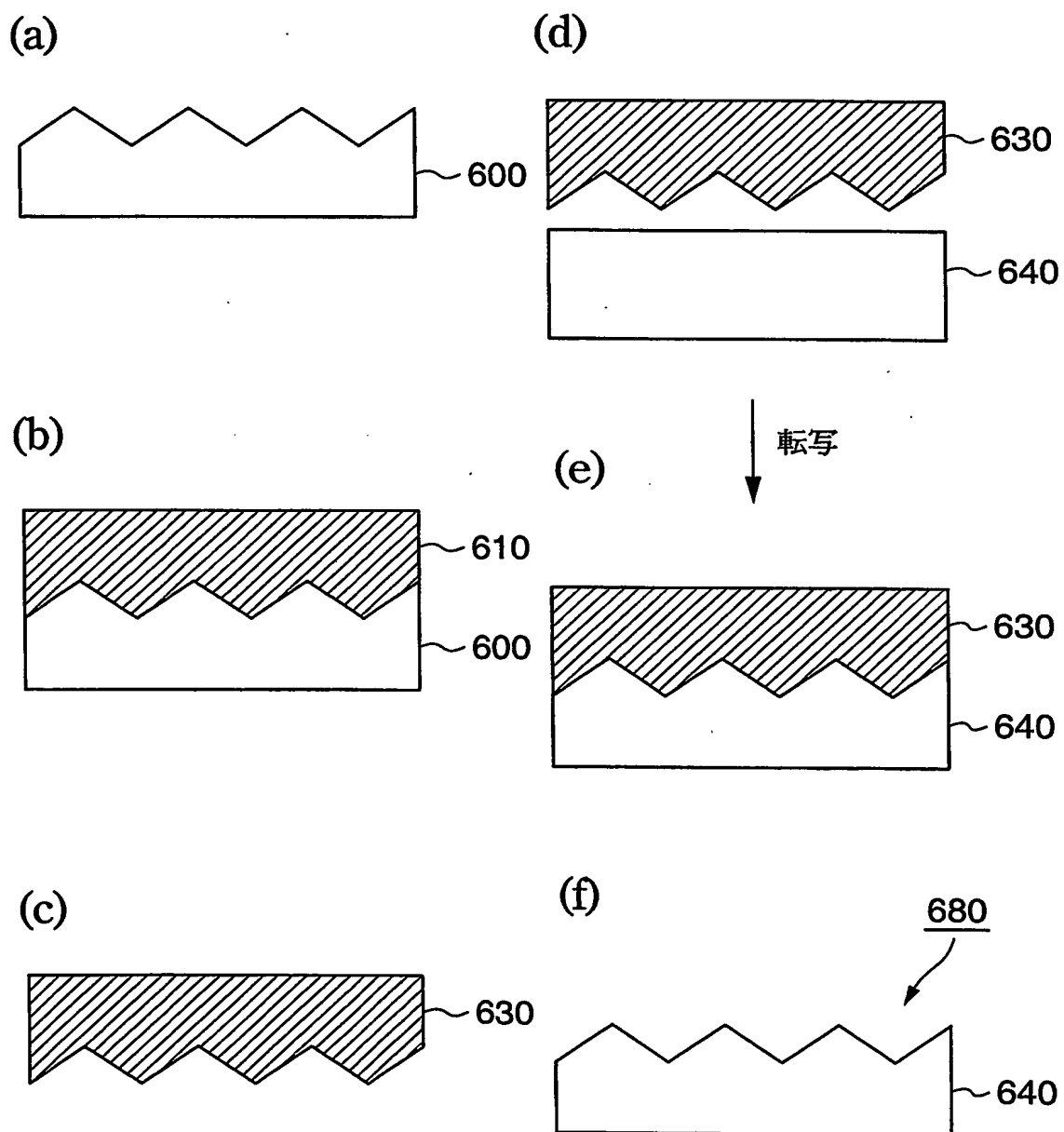
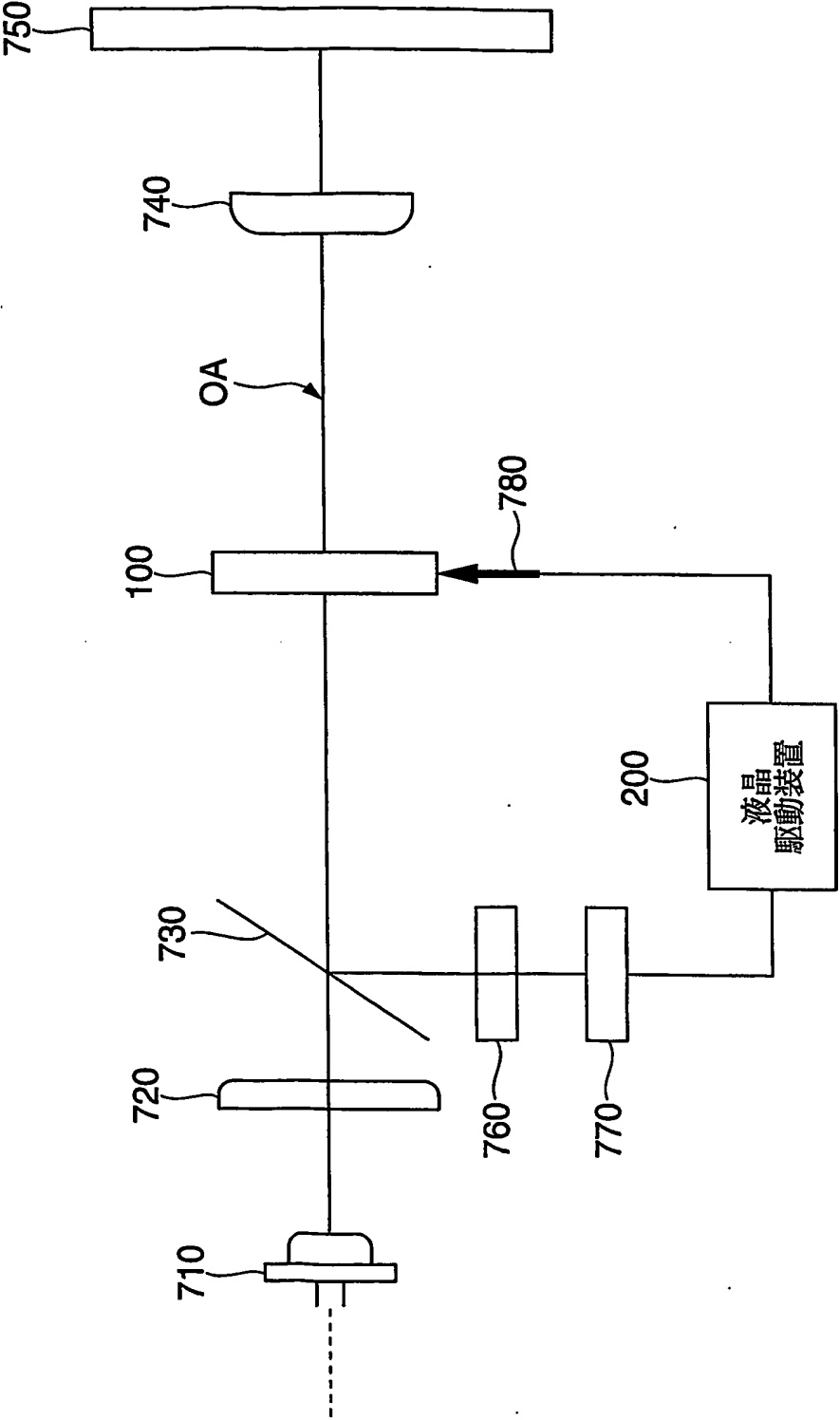


図9

700



10/16

図10

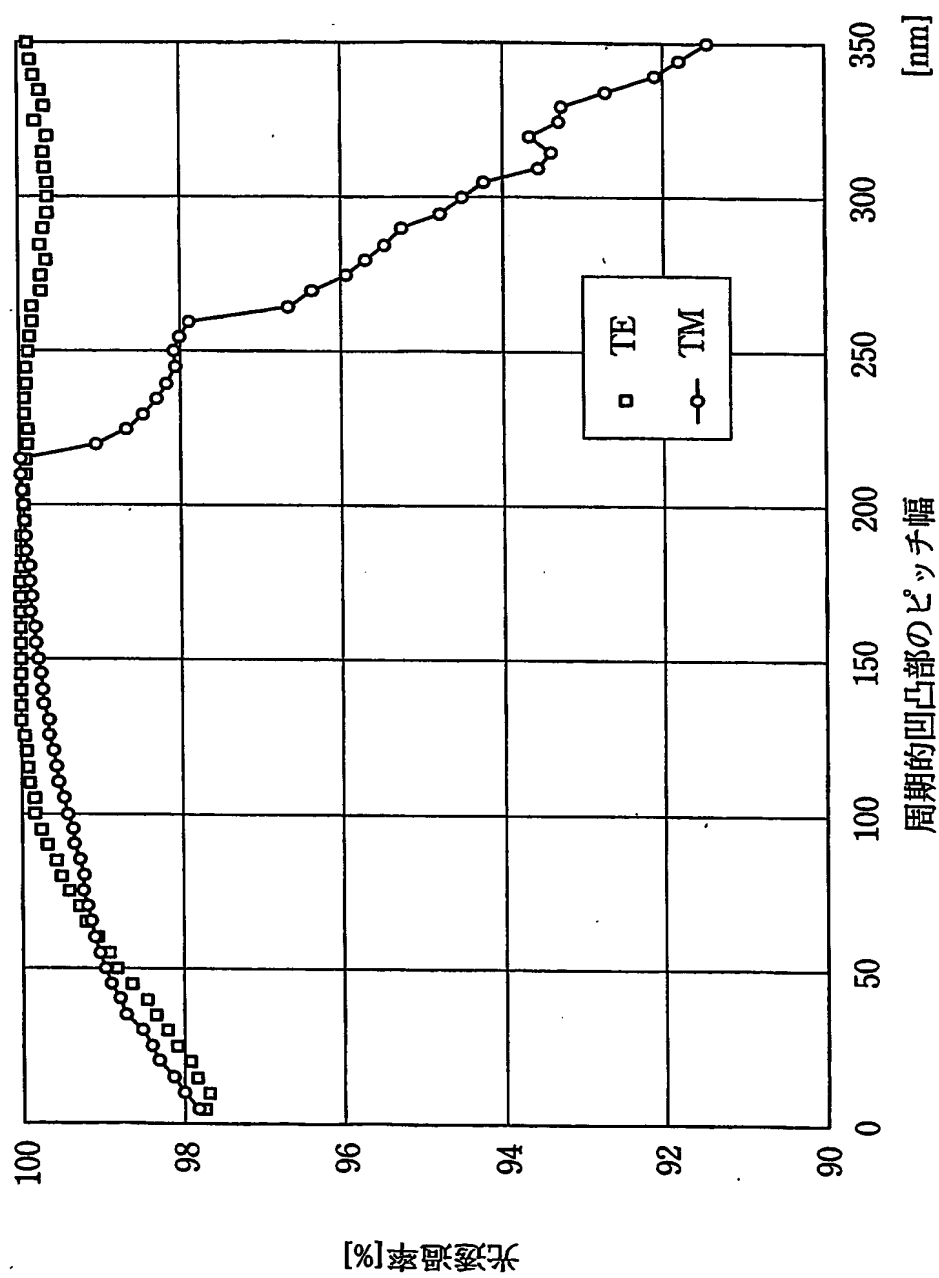
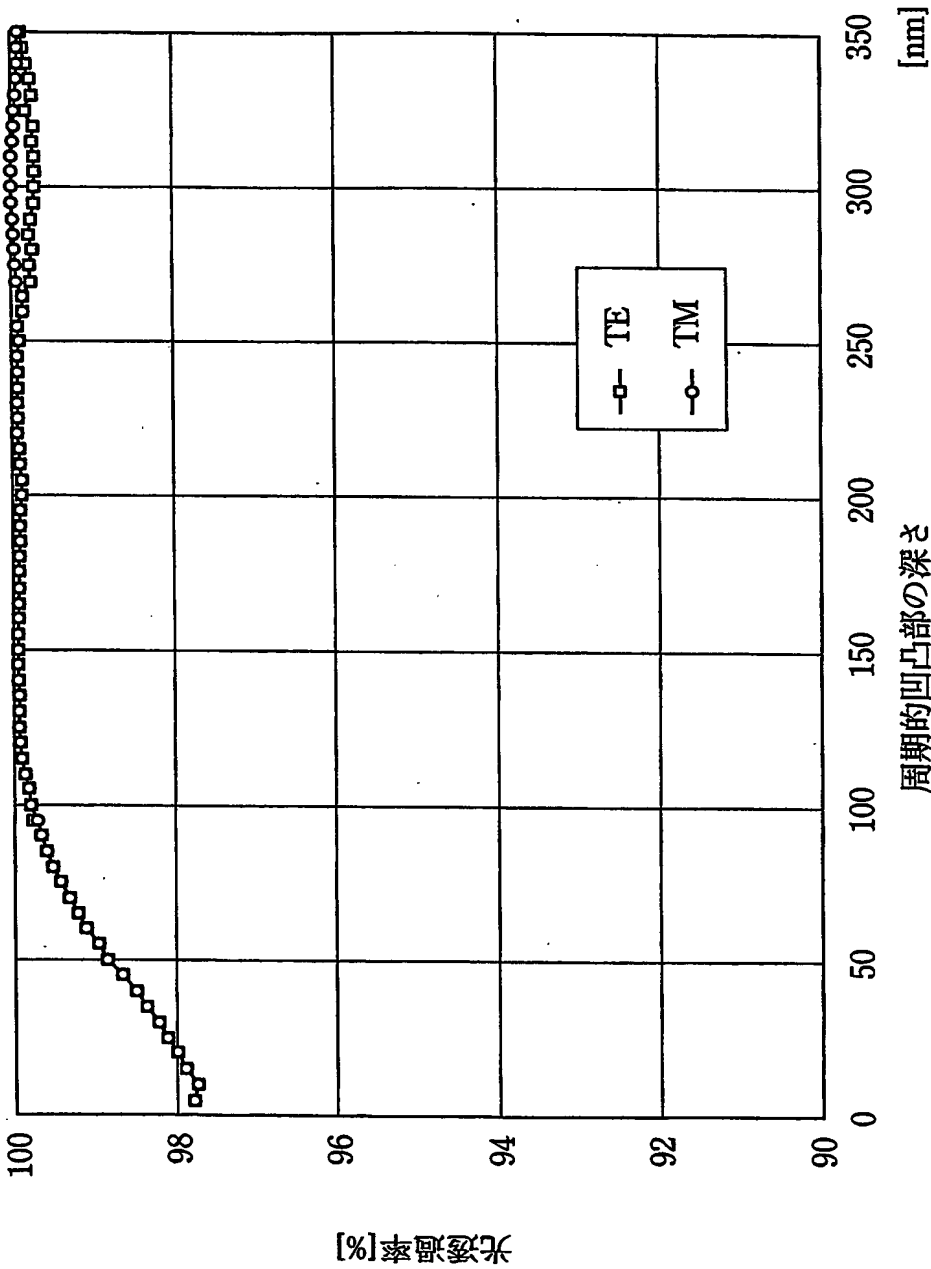
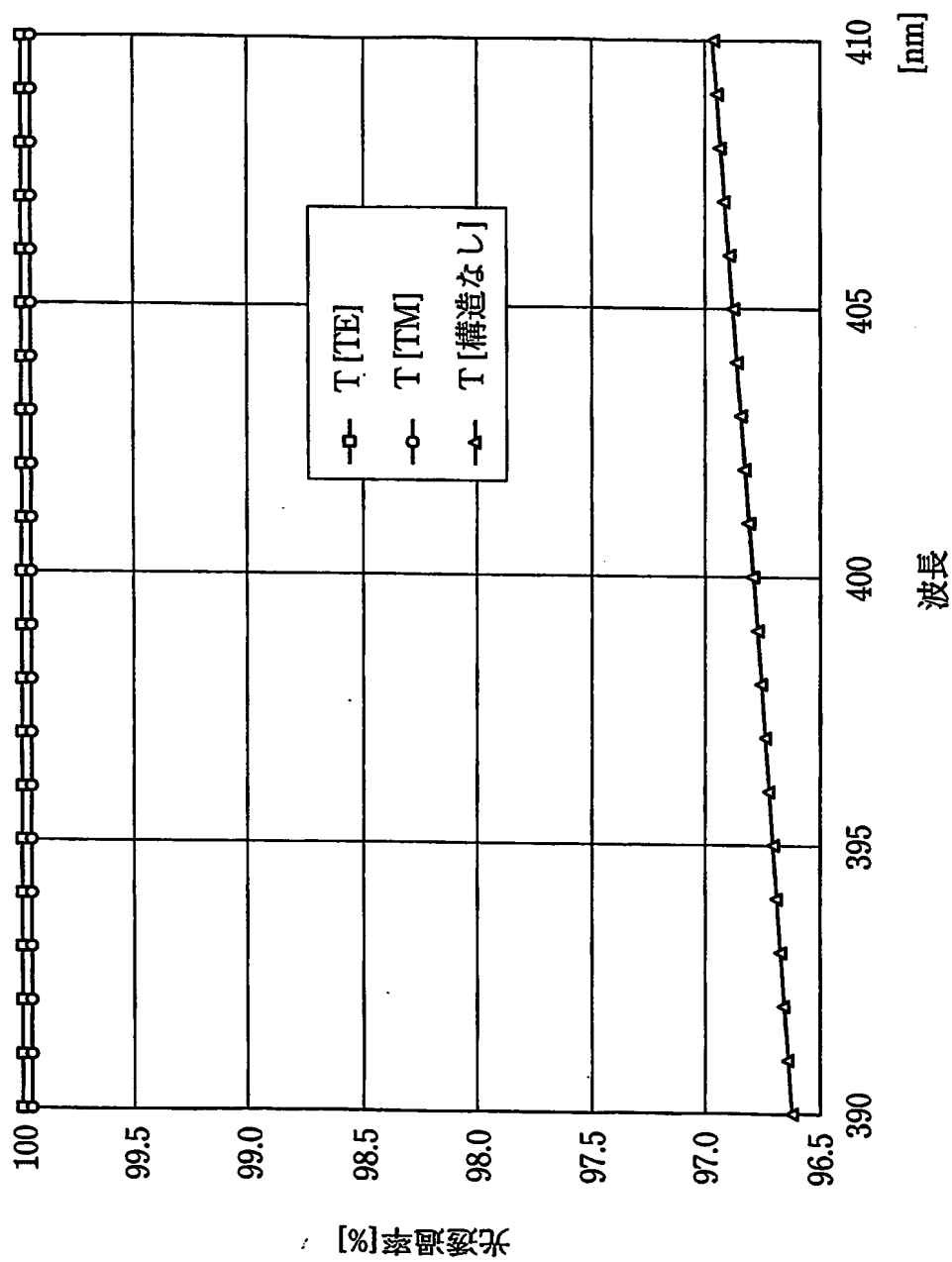


図11



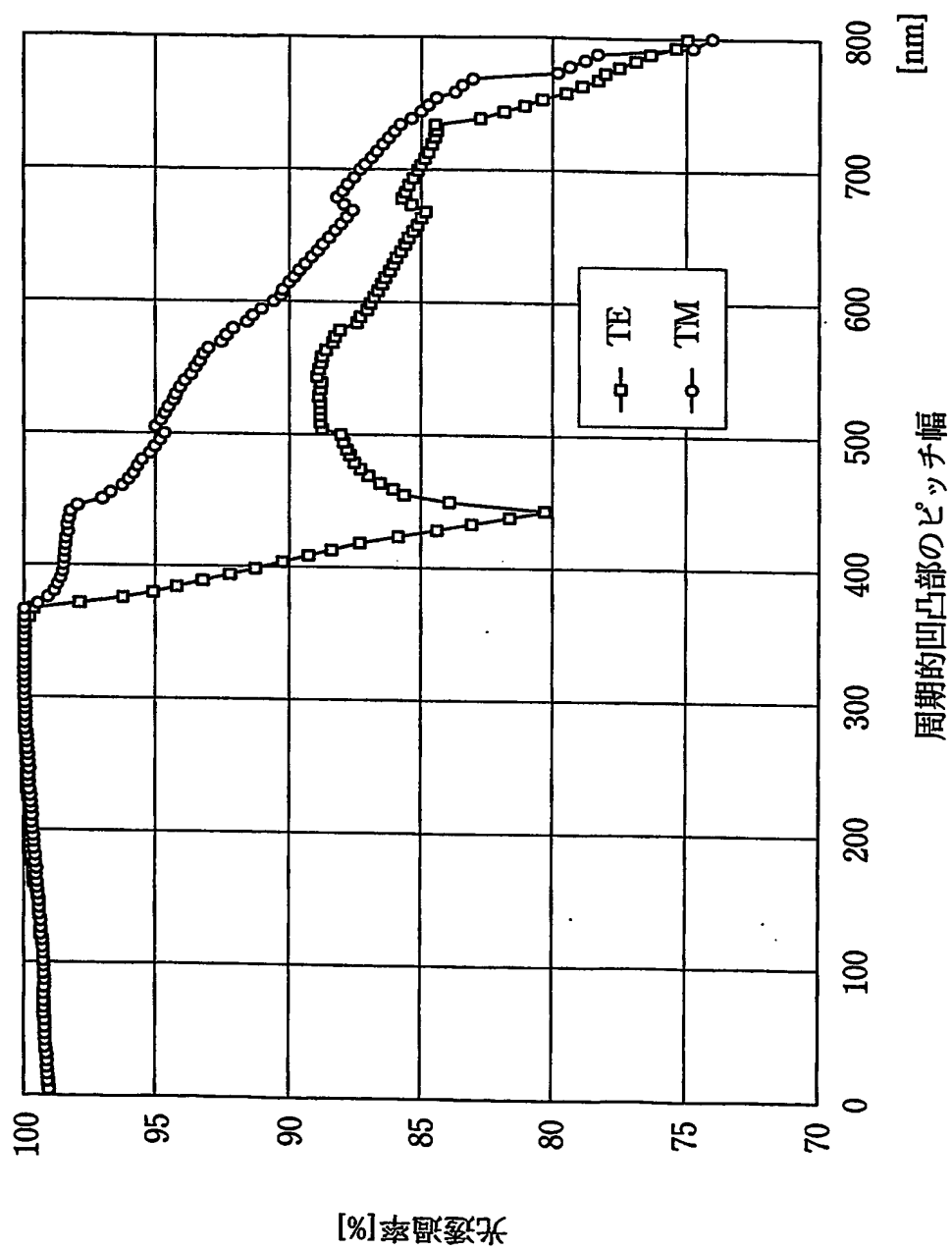
12/16

図12



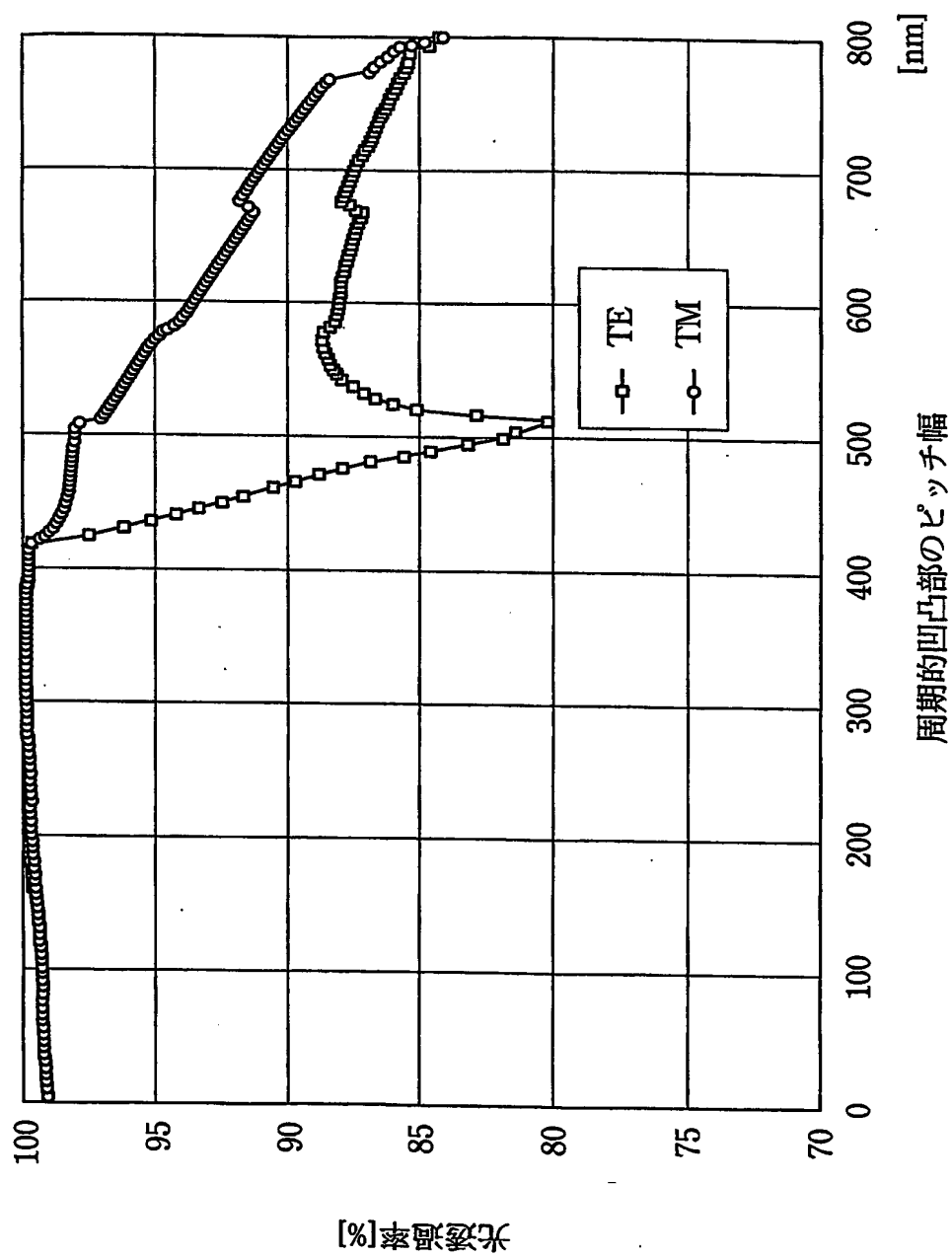
13/16

図13



14/16

図14



15/16

図15

光透過率変動特性 (30nmTM)

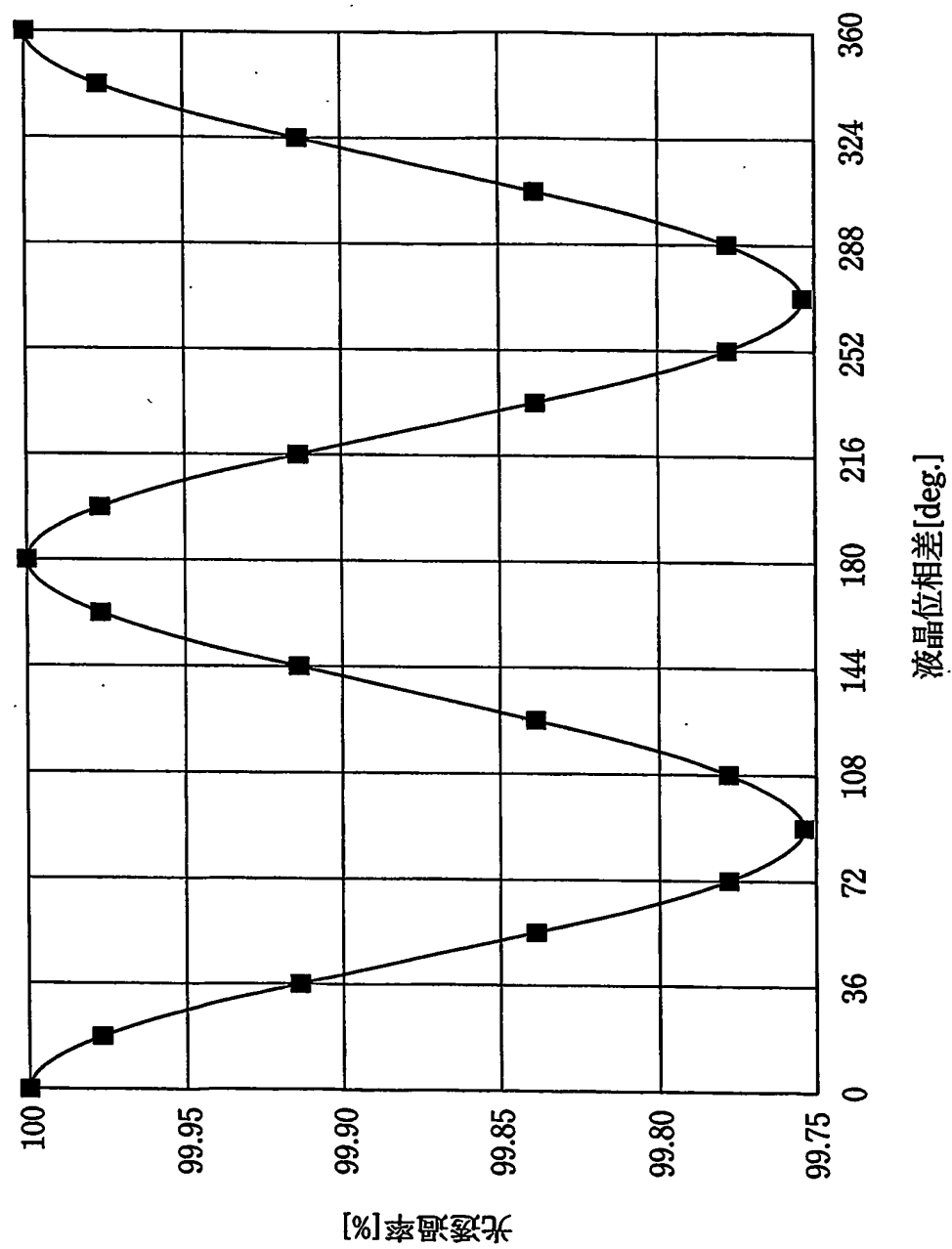
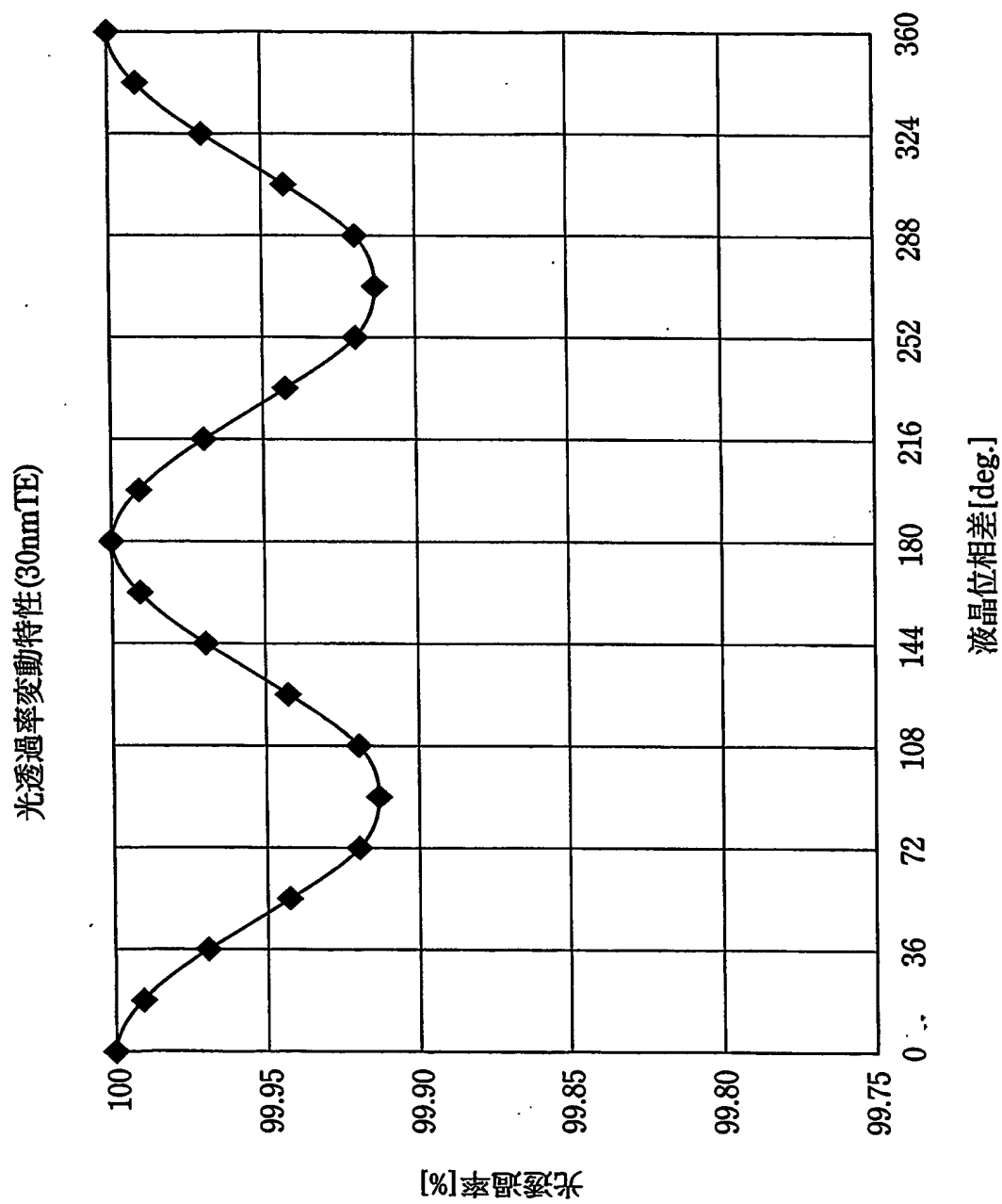


図16



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003100

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G11B7/135, G02F1/13, 505

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G11B7/09-7/135, G02F1/13-1/137

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-36555 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 07 February, 2003 (07.02.03), Par. Nos. [0008] to [0015], [0039] to [0042]; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-20
Y	JP 2003-6914 A (Konica Corp.), 10 January, 2003 (10.01.03), Par. Nos. [0057] to [0064]; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-20
Y	JP 2003-67966 A (Sony Corp.), 07 March, 2003 (07.03.03), Par. No. [0037]; Figs. 1 to 11 & US 2003-0002425 A	1-20

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 June, 2004 (07.06.04)

Date of mailing of the international search report

22 June, 2004 (22.06.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003100

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 6-281909 A (A.G. Technology Kabushiki Kaisha), 07 October, 1994 (07.10.94), Par. Nos. [0050] to [0053]; Figs. 1, 3, 5 (Family: none)	1-20
Y	JP 6-273718 A (A.G. Technology Kabushiki Kaisha), 30 September, 1994 (30.09.94), Par. Nos. [0029], [0038] to [0040], [0081]; Figs. 1, 4, 5 (Family: none)	1-20

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B 7/135 G02F 1/13, 505

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B 7/09 -, 7/135, G02F 1/13 - 1/137

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996

日本国公開実用新案公報 1971-2004

日本国実用新案登録公報 1996-2004

日本国登録実用新案公報 1994-2004

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-36555 A (旭硝子株式会社) 2003. 02. 07 【0008】 - 【0015】 , 【0039】 - 【0042】 , 【図1】 - 【図4】 (ファミリーなし)	1-20
Y	JP 2003-6914 A (ユニカ株式会社) 2003. 01. 10 【0057】 - 【0064】 , 【図1】 - 【図3】 (ファミリーなし)	1-20
Y	JP 2003-67966 A (ソニー株式会社) 2003. 03. 07 【0037】 , 【図1】 - 【図11】 & US 2003-0002425 A	1-20

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07. 06. 2004

国際調査報告の発送日

22. 6. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区鍛が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

吉川 潤

印

5D

9651

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 6-281909 A (エイ・ジー・テクノロジー株式会社) 1994. 10. 07 【0050】 - 【0053】 , 【図1】 , 【図3】 , 【図5】 (ファミリーなし)	1-20
Y	JP 6-273718 A (エイ・ジー・テクノロジー株式会社) 1994. 09. 30 【0029】 , 【0038】 - 【0040】 , 【0081】 , 【図1】 , 【図4】 , 【図5】 (ファミリーなし)	1-20